



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 23 245 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
H 04 L 12/56

⑦① Aktenzeichen: 199 23 245.8
⑦② Anmeldetag: 20. 5. 1999
⑦③ Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 199 23 245 A 1

FI

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Heiske, Harald, Dipl.-Ing., 86150 Augsburg, DE;
Mersch, Norbert, 81476 München, DE

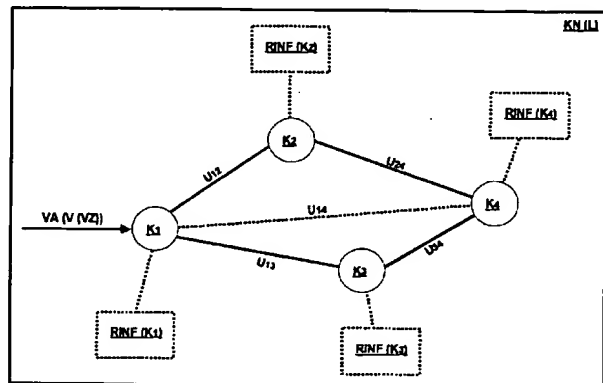
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 197 29 628 A1
US 50 88 032 A
US 49 67 345 A
EP 04 82 551 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Auswahl einer Route in einem Kommunikationsnetz

⑤⑦ In einem aus Vermittlungsknoten K und Übertragungswegen U bestehenden Kommunikationsnetz KN wird für eine Informationsübermittlung V, für die mehrere Routen R(V) geeignet sind, die Route R_v , entlang der die Informationsübermittlung V, erfolgt, durch zumindest teilweise beliebige Auswahl einer der geeigneten Routen R(V) bestimmt. Somit wird, insbesondere bei zufallsgesteuerter Auswahl der Route R_v , auf sehr einfache Weise eine statistisch günstige Verteilung der durch mehrere Informationsübermittlungen V verursachten Verkehrslast in dem Kommunikationsnetz KN bewirkt.



DE 199 23 245 A 1

Beschreibung

Kommunikationsnetze werden üblicherweise entweder als paketorientierte oder als leitungsorientierte Netze ausgebildet. Hierbei sind paketorientierte Netze eher für die Übermittlung von Informationen ohne Echtzeitcharakter wie z. B. Daten, EMail oder Dateien geeignet, während leitungsorientierte Netze gut auf die Übermittlung von Informationen mit Echtzeitcharakter wie z. B. Sprache oder Bewegtbilder ausgelegt sind. Im Zuge der Konvergenz von leitungs- und paketorientierten Netzen werden jedoch in paketorientierten Netzen zunehmend auch Sprach- und Bewegtbildinformationen übermittelt. Beispiele für paketorientierte Netze sind das Internet oder ATM (= Asynchronous Transfer Modus), wobei die Bezeichnung ATM gelegentlich auch als Synonym für B-ISDN (= Broadband Integrated Services Digital Network) verwendet wird. Am Beispiel von ATM sei die paketorientierte Netztechnologie im weiteren näher erläutert.

Charakteristisch für paketorientierte Netze ist die paketorientierte Übermittlung der Informationen. In ATM-Netzen werden hierbei die Informationen beispielsweise in Pakete gleicher Länge – auch "ATM-Zellen" genannt – aufgeteilt, die einen 5 Bytes umfassenden Zellenkopf (Header) und einen 48 Bytes umfassenden Informationsteil (Payload) aufweisen. Dabei werden die einzelnen Zellen durch die Zellenköpfe bestimmten Informationsströmen – auch "virtuelle Verbindungen" genannt – zugeordnet. Im Gegensatz zu beispielsweise einem leitungsorientierten TDMA-Verfahren, bei welchem Zeitschlitzte verschiedenen Typen von Datenverkehr im vorhinein zugeordnet sind, werden die bei einer ATM-Schnittstelle ankommenden Informationsströme in die erwähnten 53-Byte-Zellen segmentiert und anschließend diese Zellen sequentiell in der Reihenfolge, in der sie erzeugt wurden, weiter gesandt. Das bei TDMA zum Einsatz kommende Multiplexverfahren wird auch als "statisches Multiplexing" und das bei ATM zum Einsatz kommende als "statistisches Multiplexing" bezeichnet. In Folge der Flexibilität des statistischen Multiplexing können die Informationsströme bei ATM beliebige Datenraten aufweisen, während bei statischem Multiplexing die Datenrate der einzelnen Informationsströme – auch "Verbindungen" genannt – wegen der festen Zuordnung der Zeitschlitzte zu den Informationsströmen festgelegt ist – z. B. auf 64 kbit/s bei ISDN.

In Folge dieses Unterschieds ist in paketorientierten Netzen das Routen einer beantragten Verbindung abhängig von der auf einer Route verfügbaren Restkapazität, während sie in leitungsorientierten Netzen prinzipiell unabhängig von der Auslastung der einzelnen Übertragungswege ist. Beispielsweise kann auf einer Route in einem leitungsorientierten Netz, entlang der z. B. gemäß einem TDM Verfahren 30 Verbindungen in fest zugeordneten Zeitschlitzten mit je 64 kbit/s Kapazität geführt werden können, auch dann in jedem Fall eine weitere Verbindung aufgebaut werden, wenn bereits 29 Verbindungen aufgebaut sind, da die weitere Verbindung wegen ihrer konstanten Datenrate keine höhere Datenrate erfordert als die noch verfügbare Restkapazität von 64 kbit/s. Entlang einer Route in einem paketorientierten Netz mit einer angenommenen Restkapazität von 30 Mbit/s können jedoch lediglich Verbindungen aufgebaut werden, für die eine Datenrate kleiner als 30 Mbit/s beantragt worden ist. Verbindungen mit einer höheren Datenrate werden jedoch zurückgewiesen. Sofern alternative Routen existieren, können sie ersatzweise entlang einer Alternativroute mit ausreichender Restkapazität aufgebaut werden. Zur Ermittlung einer Alternativroute ist jedoch ein erneutes Routen erforderlich.

Es sind verschiedene Routing-Verfahren bekannt, mit de-

nen Routen in Netzen ermittelt werden können. Eine Möglichkeit ist das sog. "Source-Routing", bei dem ausgehend von einem Anfangs-Vermittlungsknoten die komplette Route zu einem Ziel-Vermittlungsknoten ermittelt wird. Für ATM-Netze ist beispielsweise seitens des ATM-Forums im Rahmen der sogenannten in der PNNI (= Private Network-
Network Interface)-Spezifikation Source-Routing gefordert. Hierbei wird die Route von dem Anfangs-Vermittlungsknoten ermittelt und anschließend beim Verbindungsaufbau die berechnete Route an die Vermittlungsknoten entlang der Route mit Hilfe der Signalisierung übermittelt. Eine weitere Möglichkeit stellt das sog. "Hop-by-Hop-Routing" dar, bei dem von jedem Vermittlungsknoten entlang einer Route der Rest bzw. das nächste Teilstück der Route neu berechnet wird. Dieses Verfahren kommt beispielsweise im Internet oder in ATM-Netzen ohne Source-Routing zur Anwendung.

Um beim Routen diejenigen Routen auszuschneiden, die überlastete oder unterbrochene Übertragungswege verwenden, sind sog. Flooding-Verfahren vorgeschlagen. Dabei werden von allen Vermittlungsknoten zu definierten Zeitpunkten die Verkehrswerte der an sie angeschlossenen Übertragungswege gemessen und an alle anderen Vermittlungsknoten innerhalb einer Gruppe weitergegeben. Diese Informationsweitergabe wird "Flooding" genannt. Das Flooding kann zusätzlich auch dann veranlaßt werden, wenn sich die Verkehrswerte der Übertragungswege signifikant verändern – z. B. wenn die aktuelle Auslastung eines Übertragungsweges mit einer Gesamtkapazität von 150 Mbit/s um mehr als 10 Mbit/s von der zuletzt weitergegebenen Auslastung abweicht. Beispielsweise sind in ATM-Netzen im Rahmen der PNNI-Spezifikation Verfahren vorgeschlagen, welche einem Routing-Algorithmus die in den Vermittlungsknoten des ATM-Netzes jeweils zuletzt gemessenen Verkehrswerte der direkt an diese angeschlossenen Übertragungswege zur Verfügung stellen.

Bekannt ist das Routen in leitungsorientierten, öffentlichen Telephonnetzen. Hierbei erfolgt das Routen üblicherweise in mehreren Schritten, da diese Netze aufgrund der meist großen Zahl von Vermittlungsknoten üblicherweise hierarchisch aufgebaut sind. Verbindungen werden in diesen Netzen in einem ersten Schritt von einem Anfangs-Vermittlungsknoten auf einer unteren Hierarchie-Ebene zu einem Vermittlungsknoten auf der obersten Hierarchie-Ebene, anschließend in einem zweiten Schritt innerhalb der obersten Hierarchie-Ebene zu einem das Verbindungsziel repräsentierenden Vermittlungsknoten und schließlich in einem dritten Schritt bis zum Ziel-Vermittlungsknoten auf einer unteren Hierarchie-Ebene geroutet. Hierbei werden der erste und der dritte Schritt im allgemeinen durch fix eingestellte Routen oder, falls diese z. B. unterbrochen sind, durch fix eingestellte Alternativrouten bewirkt, während der zweite Schritt häufig lediglich die Auswahl des Übertragungsweges zwischen den beiden betroffenen Vermittlungsknoten der obersten Hierarchie-Ebene erfordert, da die Vermittlungsknoten auf der obersten Ebene untereinander üblicherweise weitgehend vollständig vermascht sind. Das für leitungsorientierte Telephonnetze standardisierte Signalisierungsverfahren Nr. 7 unterstützt jedoch kein Source-Routing, d. h. der Anfangs-Vermittlungsknoten kann eine von ihm berechnete Route nicht weitergeben. Folglich kennen die Vermittlungsknoten entlang der Route auch die bereits zurückgelegte Route nicht, so daß dieses Routing-Verfahren in nicht hierarchisch strukturierten bzw. nur teilweise vermaschten Netzen – z. B. dem Internet – nur bedingt angewandt werden kann. Hierbei können in den Routen Schleifen entstehen.

Für das Routen in paketorientierten Netzen ist in dem deutschen Patent DE 44 41 356 ein dynamisches Routing-Verfahren offenbart, bei dem Blockaden von Übertragungs-

wegen erfaßt und aus deren Häufigkeit der Belegungszustand der Übertragungswege ermittelt wird. Aus Zielverkehrsdaten kann durch den Einsatz eines Routing-Management Prozessors die Wahrscheinlichkeit der Belegung von Übertragungswegen offline berechnet werden. Für eine solche Berechnung eignet sich beispielsweise der "Forward-Looking-Routing" Algorithmus nach K.R. Krishnan, T.J. Ott in Forward-Looking Routing, A New State-Dependent Routing Scheme, Teletraffic Science for New Cost-Effektive Systems, Networks and Services, ITC-12 (1989). Das Verfahren berücksichtigt jedoch nur Verbindungen gleicher und konstanter Bandbreite, wie sie für herkömmliche Telefonverbindungen in leitungsvermittelnden Netzen typisch sind, d. h. die Bandbreite einer Verbindung beträgt z. B. 64 kbits/s. Für paketorientierte Netze wie z. B. ATM-Netze (Asynchronous Transfer Mode) ist hingegen eine konstante Bitrate der Ausnahmefall, denn Verbindungen können entsprechend der Verbindungswünsche der Teilnehmer mit unterschiedlicher und zeitlich variabler Bandbreite durchgeführt werden. Neben der gewünschten Bandbreite, z. B. 1 Mbit/s, enthalten Verbindungsanforderungen von Teilnehmern oft auch noch Information hinsichtlich der geforderten Verbindungsqualität.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Routing für Kommunikationsnetze zu verbessern. Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der wesentliche Aspekt der Erfindung besteht in der Auswahl einer Route durch ein aus Vermittlungsknoten und Übertragungswegen bestehendes Kommunikationsnetz, bei der mehrere für eine Informationsübermittlung geeignete Routen ermittelt werden und die Route, entlang der die Informationsübermittlung erfolgt, durch zumindest teilweise beliebige Auswahl einer der geeigneten Routen bestimmt wird. Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß die durch die Informationsübermittlungen in dem Kommunikationsnetz hervorgerufene Verkehrslast im Mittel gleichmäßig auf die geeigneten Routen verteilt wird. Hierdurch sinkt die Zurückweisungswahrscheinlichkeit, d. h. die Wahrscheinlichkeit, daß die Informationsübermittlung nicht erfolgt. Zudem wird die Anzahl der zu bewertenden Routen und folglich die Bearbeitungszeit für die Bewertung der Routen vorteilhaft reduziert, da lediglich die geeigneten Routen bewertet werden.

Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Kommunikationsnetz verbindungsorientiert ist – Anspruch 2. Hierdurch wird die Erfindung beispielsweise in ATM-Netzen angewendet.

Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß die geeigneten Routen als optimalen Routen ausgebildet sind, die identische, in Abhängigkeit von den Übertragungswegen zugewiesenen Linkkosten ermittelte, minimale Routekosten aufweisen – Anspruch 3. Somit wird vorteilhaft die Anzahl der zu bewertenden Routen weiter reduziert. Zudem wird das Kommunikationsnetz durch die Informationsübermittlungen minimal belastet.

Nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird während einer Zeitspanne mit unveränderten Linkkosten für mehrere zur demselben Verbindungsziel angeforderte Informationsübermittlungen jede der für diese geeigneten Routen höchstens einmal mehr ausgewählt als die übrigen der für diese geeigneten Routen – Anspruch 4. Hierdurch wird eine weitgehende Gleichverteilung der Verkehrslast auf die geeigneten Routen bewirkt, wodurch die Zurückweisungswahrscheinlichkeit minimiert wird.

Entsprechend einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß bei mehreren Informationsübermittlungen zu demselben Informationsübermittlungsziel die hierfür geeigneten Routen aufsteigend nume-

riert und zyklisch als die Route ausgewählt werden – Anspruch 5. Hierdurch wird eine besonders gleichmäßige und faire Verteilung der Verkehrslast auf die geeigneten Routen bewirkt.

Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Route durch zufällige Auswahl einer der geeigneten Routen bestimmt – Anspruch 6. Die zufällige Auswahl wird beispielsweise mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators besonders effizient bewirkt. Zudem ist keinerlei Wissen über vorausgegangene Auswahlentscheidungen erforderlich.

Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Kommunikationsnetz verbindungslos ist – Anspruch 7. Hierdurch wird die Erfindung vorteilhaft z. B. in IP-Netzen, wie z. B. dem Internet, angewendet.

Nach einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in den Vermittlungsknoten durch zufällige Auswahl eines für die Informationsübermittlung geeigneten Übertragungswegs zu einem nächsten Vermittlungsknoten die Route schrittweise bestimmt – Anspruch 8. Somit wird auch in verbindungslosen Netzen vorteilhaft im statistischen Mittel eine Gleichverteilung der Verkehrslast bewirkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand von mehreren Figuren näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 in einem Blockschaltbild ein Kommunikationsnetz mit Vermittlungsknoten und Übertragungswegen,

Fig. 2 in einer Tabelle alle Routen, die von dem Vermittlungsknoten K_1 zu den übrigen Vermittlungsknoten des in Fig. 1 dargestellten Kommunikationsnetzes ausgehen sowie Bewertungsvorschriften zur Ermittlung deren Routekosten,

Fig. 3a in einer Tabelle den Übertragungswegen zugewiesene Linkkosten, und

Fig. 3b in einer Tabelle eine Bewertung der Routen in Abhängigkeit von den Linkkosten entsprechend der Bewertungsregeln.

In Fig. 1 ist ein Kommunikationsnetz KN mit vier Vermittlungsknoten K_i , $1 \leq i \leq 4$ dargestellt. Der Vermittlungsknoten K_1 ist mit dem Vermittlungsknoten K_2 durch einen Übertragungsweg U_{12} und mit dem Vermittlungsknoten K_3 durch einen Übertragungsweg U_{13} verbunden. Der Vermittlungsknoten K_4 ist mit dem Vermittlungsknoten K_2 durch einen Übertragungsweg U_{24} und mit dem Vermittlungsknoten K_3 durch einen Übertragungsweg U_{34} verbunden; zwischen den Vermittlungsknoten K_1 und K_4 ist zudem ein Übertragungsweg U_{14} vorgesehen, der ist in der Zeichnung gepunktet dargestellt ist. Hierdurch sei angedeutet, daß Übertragungswege U – beispielsweise der Übertragungsweg U_{14} – temporär überlastet und/oder unterbrochen sein können. Jedem der Vermittlungsknoten K_i sind Routinginformationen RINF (K_i) zugeordnet. Durch einen dem Vermittlungsknoten K_1 zugeführten Pfeil wird zudem angedeutet, daß diesem Vermittlungsknoten K_1 eine Anforderung VA für eine Informationsübermittlung V zu einem Informationsübermittlungsziel VZ – beispielsweise dem Vermittlungsknoten K_4 – übermittelt wird.

In Fig. 2 ist beispielhaft die dem Vermittlungsknoten K_1 zugeordnete Routinginformation RINF (K_1) dargestellt. Sie enthält beispielsweise die von dem Vermittlungsknoten K_1 zu den Vermittlungsknoten K_j , $2 \leq j \leq 4$ führenden Routen R_{1j} sowie deren Routekosten RK (R_{1j}). Die Routen R_{1j} sind hierbei als eine von gegebenenfalls mehreren unterschiedlichen Möglichkeiten definiert, von dem Vermittlungsknoten K_1 unter Einbeziehung der Vermittlungsknoten K_j , $2 \leq j \leq 4$ und der Übertragungswege U zu dem Vermittlungsziel VZ – im Beispiel dem Vermittlungsknoten K_4 – zu gelangen. Im Beispiel führen unter Einbeziehung des optionalen Übertragungsweges U_{14} jeweils drei Routen R_{1j-k} , $1 \leq k \leq 3$ von dem Vermittlungsknoten K_1 zu den Vermittlungsknoten K_j , und zwar ausgehend von dem Ver-

mittlungsknoten K_1 die Route R_{12-1} direkt, die Route R_{12-2} über die Vermittlungsknoten K_3 und K_4 und die Route R_{12-3} über den Vermittlungsknoten K_4 zu dem Vermittlungsknoten K_2 ; die Route R_{13-1} über die Vermittlungsknoten K_2 und K_4 , die Route R_{13-2} direkt und die Route R_{13-3} über den Vermittlungsknoten K_4 zu dem Vermittlungsknoten K_3 ; die Route R_{14-1} über den Vermittlungsknoten K_2 , die Route R_{14-2} über den Vermittlungsknoten K_3 und die Route R_{14-3} direkt zu dem Vermittlungsknoten K_4 . Die Routekosten RK (R_{1j-k}) der Routen R_{1j-k} ergeben sich jeweils aus der Summe der Linkkosten L der jeweils von den Routen verwendeten Übertragungswege U . In diesem Beispiel wird aus Gründen der Einfachheit angenommen, daß alle Übertragungswege U bidirektional und die Linkkosten L unabhängig von der Richtung der Informationsübermittlung V sind. Im Falle einer differenzierteren Sichtweise mit uni-direktionalen Übertragungswegen U würden zwei Vermittlungsknoten K_i , K_j ggf. durch zwei Übertragungswege U_{ij} , U_{ji} verbunden, denen jeweils individuelle Linkkosten L_{ij} , L_{ji} in Abhängigkeit von der Übertragungsrichtung zugewiesen würden. Die Routekosten RK einer bidirektionalen Route R wären in diesem Fall beispielsweise die Summe der Routekosten RK für die uni-direktionale Hin- und die uni-direktionale Rückrichtung der Route R , ggf. vermindert um einen Korrekturterm. Der Korrekturterm würde z. B. berücksichtigen, daß ein gewisser Anteil der Routekosten RK durch das Summieren doppelt gezählt wird.

In Fig. 3a sind für die Übertragungswegen U Linkkosten L angegeben. Beispielsweise seien für die Übertragungswege U_{ij} , $ij = 12, 13, 14, 24, 34$ die Linkkosten $L(U_{ij}) = 1$ definiert. Es sei hierbei angemerkt, daß der Begriff "Linkkosten" nicht wörtlich im Sinne von "Kosten" zu interpretieren ist. Zur Bildung der Linkkosten L können beliebige, für die Übertragungswege U geeignete Werte herangezogen werden wie z. B. Verkehrswerte oder Quality-of-Service-Werte. Die Wahl aller Linkkosten L gleich 1 hat den Vorteil, daß bei Anwendung eines Dijkstra-Algorithmus diejenigen Routen R optimale Routekosten RK aufweisen, die ihr Informationsübermittlungsziel VZ über möglichst wenige Vermittlungsknoten K erreichen – diese Optimierungsmetrik wird in der Fachwelt auch "Least Hops" genannt. Es werden gemäß dieser Optimierungsmetrik die Routen R bevorzugt, die ihr Informationsübermittlungsziel VZ mit den geringsten Verzögerungszeiten erreichen, da üblicherweise die Gesamtverzögerungszeit einer Route R im wesentlichen durch die Summe der Verzögerungszeiten der Vermittlungen durch die Vermittlungsknoten K bestimmt ist, sofern die Übertragungswege U terrestrisch und nicht über Satelliten geführt sind.

In Fig. 3b sind beispielhaft die Routekosten RK der in Fig. 2 aufgeführten Routen R_{1j-k} aufgelistet, die entsprechend der in Fig. 2 für die Ermittlung der Routekosten RK angegebenen Berechnungsvorschriften auf Basis der in Fig. 3a angegebenen Linkkosten L ermittelt worden sind. Ohne Berücksichtigung des optionalen Übertragungsweges U_{14} sind die Routen R_{12-1} und R_{13-2} die optimale Routen R_{MIN} mit den geringsten Routekosten RK aller Routen R . Sie sind jedoch keine für die Informationsübermittlung V geeigneten Routen $R(V)$. Für die angeforderte Informationsübermittlung V zum Vermittlungsknoten K_4 sind die Routen R_{14-1} und R_{14-2} geeignete Routen $R(V)$ und zugleich die optimale Routen $R_{MIN}(V)$, da sie im Vergleich aller geeigneten Routen $R(V)$ minimale Routekosten RK aufweisen. Unter Berücksichtigung des optionalen Übertragungsweges U_{14} sind die Route R_{12-1} , R_{13-2} und R_{14-3} die optimale Route R_{MIN} mit den geringsten Routekosten RK aller Routen R . Die Routen R_{12-1} und R_{13-2} sind jedoch keine für die Informationsübermittlung V geeigneten Routen $R(V)$. Für die an-

geforderte Informationsübermittlung V zum Vermittlungsknoten K_4 sind in diesem Fall die Routen R_{14-1} , R_{14-2} und R_{14-3} die geeigneten Routen $R(V)$. Die Route R_{14-3} ist hierbei die für die Informationsübermittlung V optimale Route $R_{MIN}(V)$, da sie einen Hop weniger aufweist als die Routen R_{14-1} und R_{14-2} .

Für das Ausführungsbeispiel wird angenommen, daß von dem Vermittlungsknoten K_1 durch die Anforderung VA der Aufbau einer Informationsübermittlung V zu dem Informationsübermittlungsziel VZ angefordert wird. Dieses Informationsübermittlungsziel VZ sei als der Vermittlungsknoten K_4 , die Informationsübermittlung V somit als Informationsübermittlung V_{14} ausgebildet. Die für diese Informationsübermittlung V_{14} geeigneten Routen $R(V_{14})$ sind folglich die Routen R_{14-1} , R_{14-2} und ggf. R_{14-3} .

Schöne Vorteile ergeben sich bei Verwendung der Erfindung in verbindungsorientierten Netzen mit Source-Routing. In diesen Netzen erfolgt die Informationsübermittlung V mit Hilfe von vorab entlang der ausgewählten Route R_V aufgebauten Verbindungen, wobei in dem Vermittlungsknoten K , von dem die Informationsübermittlung V angefordert wird – beispielsweise in dem Vermittlungsknoten K_1 – die gesamte Route R_V bestimmt wird. Hierdurch kann, im Gegensatz zu Hop-by-Hop basierten Routing, eine Route R mit minimalen Routekosten RK ermittelt werden. Auf Basis der Linkkosten L werden in einer Variante der Erfindung zudem – z. B. mit Hilfe eines Dijkstra-Algorithmus – lediglich die geeigneten optimalen Routen $R_{MIN}(V_{14})$ bestimmt, d. h. bei Berücksichtigung des ggf. überlasteten und/oder unterbrochenen Übertragungswegs U_{14} die Route R_{14-3} , ansonsten die Routen R_{14-1} und R_{14-2} , womit die Anzahl der von dem Vermittlungsknoten K_1 zu bewertenden geeigneten Routen $R(V)$ weiter reduziert wird. Die Route R_V wird z. B. durch zufällige Auswahl einer der geeigneten Routen $R(V)$ bestimmt. Alternativ werden die geeigneten Routen $R(V)$ z. B. aufsteigend numeriert und bei jeder weiteren angeforderten Informationsübermittlung V zu demselben Informationsübermittlungsziel VZ zyklisch als die Route R_V ausgewählt. Im Anschluß an diese Auswahl wird von dem Vermittlungsknoten K_1 der Aufbau einer Verbindung beantragt, wobei die Route R_V allen Vermittlungsknoten K entlang der Route R_V signalisiert wird. Nach Aufbau der Verbindung erfolgt die angeforderte Informationsübermittlung V_{14} entlang der für die Informationsübermittlung V_{14} ausgewählten Route $R_V(V_{14})$.

In leitungsorientierten Netzen kann somit zumindest im statistischen Mittel eine weitgehend gleichmäßige Verteilung von angeforderten Informationsübermittlungen V auf mehrere geeignete Routen $R(V)$, insbesondere optimale Routen $R_{MIN}(V)$, erreicht werden. Ein wesentlicher Vorteil dieser weitgehend gleichmäßigen Verteilung ist darin zu sehen, daß hierdurch im Mittel die Zurückweisungswahrscheinlichkeit von Verbindungen für mehrere, in ihrer angeforderten Datenrate im allgemeinen beliebig variierenden Informationsübermittlungen signifikant gesenkt wird.

Die Zurückweisungswahrscheinlichkeit wird vorteilhaft noch weiter gesenkt, sofern in dem Netz zusätzlich ein Flooding-Verfahren, beispielsweise das PNNI-Verfahren, eingesetzt wird, um überlastete und/oder unterbrochene Übertragungswege, z. B. der Übertragungsweg U_{14} , zumindest während des Zeitraum der Überlastung und/oder Unterbrechung für das Routen auszuschneiden. Dies erfolgt z. B. dadurch, daß dem Übertragungsweg U_{14} für die Dauer der Überlastung und/oder Unterbrechung im Vergleich zu den Linkkosten L der nicht überlasteten und/oder unterbrochenen Übertragungswege U deutlich erhöhte Linkkosten L zugewiesen werden.

Die Erfindung kann natürlich in beliebige Kommunikati-

onsnetzen KN, insbesondere verbindungslosen Kommunikationsnetzen KN wie z. B. dem paketorientierten Internet verwendet werden. Im Internet wird beispielsweise jedes einzelne Paket entlang einer paketindividuellen Route R übermittelt, d. h. die Route einer mit einem Paket bewirkten Informationsübermittlung V zu einem Informationsübermittlungsziel VZ ist unabhängig von den Routen R der Vorgänger- und Nachfolger-Pakete zu demselben Informationsübermittlungsziel VZ; die Vermittlungsknoten K, die beispielsweise als Internet Router ausgebildet sind, ermitteln hierbei für jedes Paket zu demselben Informationsübermittlungsziel VZ jeweils lediglich den nächsten Vermittlungsknoten K – in der Fachwelt auch als "Hop" bezeichnet. Von jedem Router werden gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aufeinanderfolgende, zu demselben Informationsübermittlungsziel VZ gesendete Pakete infolge einer zufallsgesteuerten Auswahl eines geeigneten Übertragungswegs U zum einem nächsten, zu dem Informationsübermittlungsziel VZ führenden Vermittlungsknoten K ggf. auf mehrere Übertragungswege U verteilt. Vorteilhaft werden hierbei die an einen Router angeschlossenen Übertragungswege U im Mittel gleichmäßig ausgelastet. Hierbei kann es z. B. durch unterschiedliche Laufzeiten der einzelnen Pakete zu Änderungen der ursprünglichen Reihenfolge der Pakete kommen. In diesem Fall wird im Empfänger die ursprüngliche Reihenfolge der zu demselben Informationsübermittlungsziel VZ gesendeten Pakete durch eine höhere Protokollschicht wiederhergestellt. Hierfür sind mehrere Verfahren bekannt, z. B. das Transport Control Protocol TCP.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswahl einer Route (R_V) durch ein aus Vermittlungsknoten (K) und Übertragungswegen (U) bestehendes Kommunikationsnetz (KN), bei dem
 - für eine Informationsübermittlung (V) mehrere Routen ($R(V)$) geeignet sind, und
 - die Route (R_V), entlang der die Informationsübermittlung (V) erfolgt, durch zumindest teilweise beliebige Auswahl einer der geeigneten Routen ($R(V)$) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationsnetz (KN) verbindungsorientiert ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die geeigneten Routen ($R(V)$) als optimale Routen (R_{MIN}) ausgebildet sind, die identische, in Abhängigkeit von den Übertragungswegen (U) zugewiesenen Linkkosten (L) ermittelte, minimale Routekosten (RK) aufweisen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, während einer Zeitspanne mit unveränderten Linkkosten (L) für mehrere zur demselben Informationsübermittlungsziel (VZ) angeforderte Informationsübermittlungen (V) jede der für diese geeigneten Routen ($R(V)$) höchstens einmal mehr ausgewählt wird als die übrigen der für diese geeigneten Routen ($R(V)$).
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Informationsübermittlungen (V) zu demselben Informationsübermittlungsziel (VZ) die hierfür geeigneten Routen ($R(V)$) aufsteigend nummeriert und zyklisch als die Route (R_V) ausgewählt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Route (R_V) durch zufällige Auswahl einer der geeigneten Routen ($R(V)$) bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationsnetz (KN) verbindungslos ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Vermittlungsknoten (K) durch zufällige Auswahl eines für die Informationsübermittlung (V) geeigneten Übertragungswegs (U) zu einem nächsten Vermittlungsknoten (K) die Route (R_V) schrittweise bestimmt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

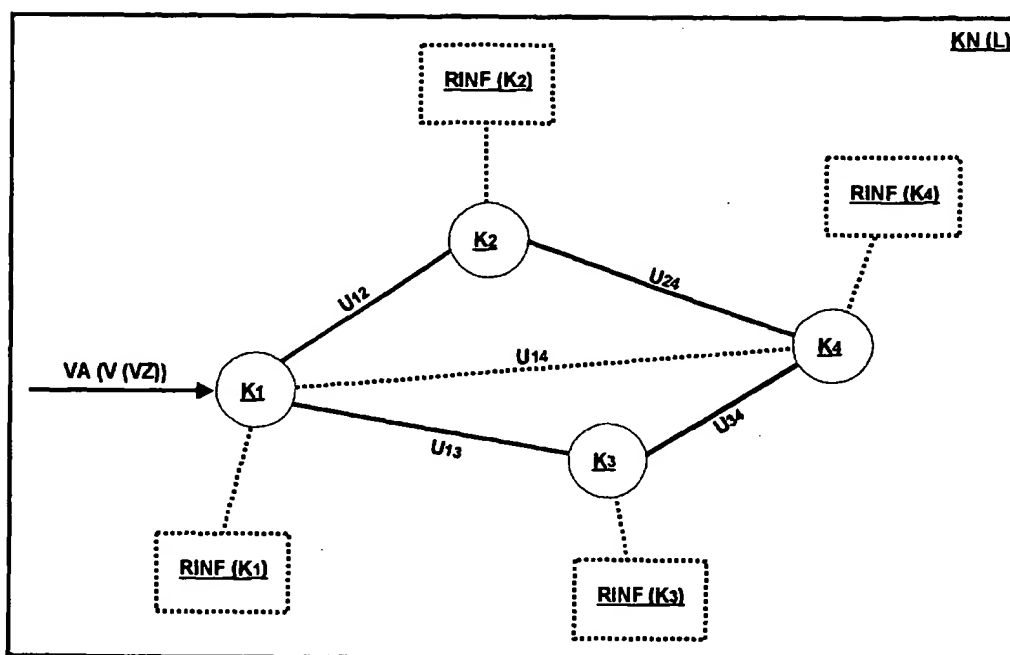


FIG 1

<u>RINF (K₁)</u>	<u>R (V_{1x})</u>	<u>RK (R_{1x})</u>
R (V ₁₂)	R ₁₂₋₁ (K ₁ => K ₂)	RK (R ₁₂₋₁) = L (U ₁₂)
	R ₁₂₋₂ (K ₁ => K ₃ => K ₄ => K ₂)	RK (R ₁₂₋₂) = L (U ₁₃) + L (U ₃₄) + L (U ₂₄)
	R ₁₂₋₃ (K ₁ => K ₄ => K ₂)	RK (R ₁₂₋₃) = L (U ₁₄) + L (U ₂₄)
R (V ₁₃)	R ₁₃₋₁ (K ₁ => K ₂ => K ₄ => K ₃)	RK (R ₁₃₋₁) = L (U ₁₂) + L (U ₂₄) + L (U ₃₄)
	R ₁₃₋₂ (K ₁ => K ₃)	RK (R ₁₃₋₂) = L (U ₁₃)
	R ₁₃₋₃ (K ₁ => K ₄ => K ₃)	RK (R ₁₃₋₃) = L (U ₁₄) + L (U ₃₄)
R (V ₁₄)	R ₁₄₋₁ (K ₁ => K ₂ => K ₄)	RK (R ₁₄₋₁) = L (U ₁₂) + L (U ₂₄)
	R ₁₄₋₂ (K ₁ => K ₃ => K ₄)	RK (R ₁₄₋₂) = L (U ₁₃) + L (U ₃₄)
	R ₁₄₋₃ (K ₁ => K ₄)	RK (R ₁₄₋₃) = L (U ₁₄)

FIG 2

<u>L (U)</u>	<u>L (U_{ij})</u>
U ₁₂	1
U ₁₃	1
U ₁₄	1
U ₂₄	1
U ₃₄	1

FIG 3a

<u>RK (K_j)</u>	<u>RK (R_{1x})</u>
R ₁₂₋₁	1
R ₁₂₋₂	3
R ₁₂₋₃	2
R ₁₃₋₁	3
R ₁₃₋₂	1
R ₁₃₋₃	2
R ₁₄₋₁	2
R ₁₄₋₂	2
R ₁₄₋₃	1

RMIN (curved line to R₁₂₋₁, R₁₂₋₂, R₁₂₋₃)
 Rv = R₁₄₋₁ or R₁₄₋₂ (dotted line to R₁₄₋₁, R₁₄₋₂)
 Rv = R₁₄₋₃ (dotted line to R₁₄₋₃)
 RMIN (V₁₄) (dotted line to R₁₄₋₁, R₁₄₋₂, R₁₄₋₃)

FIG 3b